

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 11: Sectional specification – Fixed polyethylene-terephthalate film
dielectric metal foil DC capacitors**

**Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 11: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes pour courant
continu à diélectrique en film de polytéréphtalate d'éthylène à armatures
en feuilles métalliques**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-11:2019



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2019 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 11: Sectional specification – Fixed polyethylene-terephthalate film
dielectric metal foil DC capacitors**

**Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 11: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes pour courant
continu à diélectrique en film de polytéréphtalate d'éthylène à armatures
en feuilles métalliques**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.060.30

ISBN 978-2-8322-7260-2

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD	5
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 Preferred ratings and characteristics	8
4.1 Preferred climatic categories	8
4.2 Preferred values of ratings	8
4.2.1 Nominal capacitance (C_N)	8
4.2.2 Tolerance on nominal capacitance	8
4.2.3 Nominal capacitance with associated tolerance values	8
4.2.4 Rated voltage (U_R)	8
4.2.5 Category voltage (U_C)	9
4.2.6 Rated temperature	9
5 Test and measurement procedures, and performance requirements	9
5.1 Visual examination and check of dimensions	9
5.1.1 General	9
5.1.2 Examination methods	9
5.1.3 Requirements	9
5.2 Electrical tests	10
5.2.1 Voltage proof	10
5.2.2 Capacitance	10
5.2.3 Tangent of loss angle ($\tan \delta$)	10
5.2.4 Insulation resistance	11
5.2.5 Characteristics depending on temperature (if required in the detail specification)	12
5.3 Robustness of terminations	13
5.3.1 General	13
5.3.2 Initial inspections	13
5.3.3 Final inspections and requirements	13
5.4 Resistance to soldering heat	13
5.4.1 General	13
5.4.2 Initial inspections	13
5.4.3 Preconditioning	13
5.4.4 Test Conditions	13
5.4.5 Final inspections, measurements and requirements	13
5.5 Solderability	13
5.5.1 General	13
5.5.2 Preconditioning	13
5.5.3 Test conditions	14
5.5.4 Final inspections and measurements	14
5.6 Rapid change of temperature	14
5.6.1 General	14
5.6.2 Initial inspections	14
5.6.3 Test conditions	14
5.6.4 Final inspections, measurements and requirements	14
5.7 Vibration	14

5.7.1	General	14
5.7.2	Initial inspections	14
5.7.3	Mounting	14
5.7.4	Test conditions	15
5.7.5	Final inspections and requirements	15
5.8	Bump (repetitive shock)	15
5.8.1	General	15
5.8.2	Mounting	15
5.8.3	Initial measurements	15
5.8.4	Test conditions	15
5.8.5	Final inspection, measurements and requirements	15
5.9	Shock	15
5.9.1	General	15
5.9.2	Mounting	15
5.9.3	Initial measurements	16
5.9.4	Test conditions	16
5.9.5	Final inspections, measurements and requirements	16
5.10	Climatic sequence	16
5.10.1	General	16
5.10.2	Initial measurements	16
5.10.3	Dry heat	16
5.10.4	Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle	16
5.10.5	Cold	16
5.10.6	Low air pressure (if required)	16
5.10.7	Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles	17
5.10.8	Recovery	17
5.10.9	Final inspections, measurements and requirements	17
5.11	Damp heat, steady state	17
5.11.1	General	17
5.11.2	Initial inspections	17
5.11.3	Test conditions	17
5.11.4	Recovery	18
5.11.5	Final inspections, measurements and requirements	18
5.12	Endurance	18
5.12.1	General	18
5.12.2	Initial inspections	18
5.12.3	Test conditions	18
5.12.4	Final inspections, measurements and requirements	18
5.13	Component solvent resistance (if applicable)	18
5.14	Solvent resistance of the marking (if applicable)	18
6	Marking	18
6.1	General	18
6.2	Information for marking	19
6.3	Marking on capacitors	19
6.4	Marking on packaging	19
6.5	Additional marking	19
7	Information to be given in the detail specification	19
7.1	General	19
7.2	Outline drawing and dimensions	19

7.3	Mounting.....	20
7.4	Ratings and characteristics	20
7.4.1	General	20
7.4.2	Nominal capacitance range.....	20
7.4.3	Particular characteristics	20
7.4.4	Soldering	20
7.5	Marking.....	21
8	Quality assessment procedures	21
8.1	Primary stage of manufacture	21
8.2	Structurally similar components	21
8.3	Certified records of released lots	21
8.4	Qualification approval	21
8.4.1	General	21
8.4.2	Qualification approval on the basis of the fixed sample size procedure	21
8.5	Quality conformance inspection	28
8.5.1	Formation of inspection lots	28
8.5.2	Test schedule	28
8.5.3	Delayed delivery	28
8.5.4	Assessment levels	29
	Annex X (informative) Cross-references to the previous edition of this document.....	30
	Bibliography.....	32
	Table 1 – Preferred combinations of capacitance series and tolerance	8
	Table 2 – Test voltages.....	10
	Table 3 – Insulation resistance	11
	Table 4 – Correction factor dependent on test temperature	12
	Table 5 – Characteristics at lower category temperature	12
	Table 6 – Characteristics at upper category temperature	12
	Table 7 – Acceleration and duration of the pulse.....	16
	Table 8 – Endurance test	18
	Table 9 – Fixed sample size test plan for qualification approval assessment level EZ	23
	Table 10 – Test schedule for qualification approval (1 of 5)	24
	Table 11 – Lot-by-lot inspection	29
	Table 12 – Periodic inspection	29
	Table X.1 – Cross-references	30

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –**Part 11: Sectional specification – Fixed polyethylene-terephthalate film dielectric metal foil DC capacitors**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60384-11 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2008. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) revision of all parts of the document based on the ISO/IEC Directives, Part 2:2018, and harmonization with other similar kinds of documents;
- b) the document structure has been organized to follow new sectional specification structure decided in TC 40;
- c) revised tables and Clause 5 so as to prevent duplications and contradictions.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
40/2679/FDIS	40/2689/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The list of all parts of the IEC 60384 series, under the general title *Fixed capacitors for use in electronic equipment*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

The contents of the corrigendum of April 2020 have been included in this copy.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-11:2019

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –

Part 11: Sectional specification – Fixed polyethylene-terephthalate film dielectric metal foil DC capacitors

1 Scope

This part of IEC 60384 is applicable to fixed direct current capacitors, for rated voltages not exceeding 6 300 V, using as dielectric a polyethylene-terephthalate film and electrodes of thin metal foils. For capacitors with rated voltages exceeding 1 000 V, additional tests and requirements may be specified in the detail specification.

The capacitors covered by this document are intended for use in electronic equipment.

Capacitors for electromagnetic interference suppression are not included, but are covered by IEC 60384-14.

The object of this document is to prescribe preferred ratings and characteristics and to select from IEC 60384-1:2016 the appropriate quality assessment procedures, tests and measuring methods and to give general performance requirements for this type of capacitor. Test severities and requirements prescribed in detail specifications referring to this sectional specification are of an equal or higher performance level. Lower performance levels are not permitted.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60062, *Marking codes for resistors and capacitors*

IEC 60063, *Preferred number series for resistors and capacitors*

IEC 60068-1:2013, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60384-1:2016, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification*

IEC 61193-2:2007, *Quality assessment systems – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages*

ISO 3, *Preferred numbers – Series of preferred numbers*.

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions of IEC 60384-1:2016, and the following apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1

rated DC voltage

maximum DC voltage that may be applied continuously to a capacitor at the rated temperature

4 Preferred ratings and characteristics

4.1 Preferred climatic categories

The values given in detail specifications shall preferably be selected from the following:

The capacitors covered by this sectional specification are classified into climatic categories in accordance with the general rules given in IEC 60068-1:2013, Annex A.

The lower and upper category temperatures and the duration of the damp heat, steady-state test shall be chosen from the following:

- lower category temperature: –55 °C, –40 °C and –25 °C.
- upper category temperature: +85 °C, +100 °C, +105 °C and +125 °C.
- duration of the damp heat, steady-state test: 4, 10, 21 and 56 days.

The severities for the cold and dry heat tests are the lower and upper category temperatures, respectively.

4.2 Preferred values of ratings

4.2.1 Nominal capacitance (C_N)

Preferred values of nominal capacitance are values chosen from the E series of IEC 60063, which are given in Table 1, and their decimal multiples ($\times 10^n$, where n is an integer).

4.2.2 Tolerance on nominal capacitance

The preferred tolerances on the nominal capacitance are $\pm 20\%$; $\pm 10\%$; $\pm 5\%$; $\pm 2\%$; $\pm 1\%$.

4.2.3 Nominal capacitance with associated tolerance values

For preferred combinations of capacitance series and tolerances, see Table 1.

Table 1 – Preferred combinations of capacitance series and tolerance

Preferred combinations	
Series	Tolerances
E 6	$\pm 20\%$
E 12	$\pm 10\%$
E 24	$\pm 5\%$
E 48	$\pm 2\%$
E 96	$\pm 1\%$

4.2.4 Rated voltage (U_R)

The preferred values of rated voltages taken from the R5 series of ISO 3 are:

40 V – 63 V – 100 V – 160 V – 250 V – 400 V – 630 V – 1 000 V – 1 600 V – 2 500 V.

The sum of the DC voltage and the peak AC voltage applied to the capacitor shall not exceed the rated voltage. The value of the peak AC voltage shall not exceed the following percentages of the rated voltage at the frequencies stated and shall be not greater than 280 V:

50 Hz:	20 %
100 Hz:	15 %
1 000 Hz:	3 %
10 000 Hz:	1 %

unless otherwise specified in the detail specification.

4.2.5 Category voltage (U_C)

The category voltage is:

U_R	for upper category temperature 85 °C;
$0,8 U_R$	for upper category temperature 100 °C;
$0,75 U_R$	for upper category temperature 105 °C; and
$0,5 U_R$	for upper category temperature 125 °C.

4.2.6 Rated temperature

The standard value of rated temperature is 85 °C.

5 Test and measurement procedures, and performance requirements

5.1 Visual examination and check of dimensions

5.1.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.4, with the details in 5.1.2 and 5.1.3.

5.1.2 Examination methods

Visual examination shall be carried out with suitable equipment with approximately 10× magnification and lighting appropriate to the specimen under test and the quality level required.

The operator should have available facilities for incident or transmitted illumination as well as an appropriate measuring facility.

The capacitors shall be examined to verify that the materials, design, construction and physical dimensions are appropriate.

5.1.3 Requirements

See Table 10.

The workmanship shall be in accordance with the applicable requirements given in the detail specification.

5.2 Electrical tests

5.2.1 Voltage proof

5.2.1.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.6, with the details in 5.2.1.2 to 5.2.1.4.

5.2.1.2 Test circuit

The product of R_1 and the nominal capacitance of the capacitor under test (C_x) shall be smaller than or equal to 1 s and greater than 0,01 s.

R_1 includes the internal resistance of the power supply.

R_2 shall limit the discharge current to a value equal to or less than 1 A.

5.2.1.3 Test conditions

The voltages given in Table 2 shall be applied between the measuring points (from IEC 60384-1:2016, Table 3) for a period of 1 min for qualification approval testing and between measuring point 1a) for a period of 1 s for the lot-by-lot quality conformance testing.

Table 2 – Test voltages

Test point	Test voltage
1a)	$2U_R$
1b) and 1c)	$2U_R$ with a minimum of 200 V

5.2.1.4 Requirement

There shall be no breakdown or flashover during the test.

5.2.2 Capacitance

5.2.2.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.7, with the details in 5.2.2.2 and 5.2.2.3.

5.2.2.2 Measuring conditions

The capacitance shall be measured at, or corrected to, a frequency of 1 kHz. For nominal capacitance values > 10 μ F, 50 Hz to 120 Hz may be used, but 1 kHz shall be the reference frequency.

The applied peak voltage at 1 kHz shall not exceed 3 % of the rated voltage, and the applied peak voltage at 50 Hz to 120 Hz shall not exceed 20 % of the rated voltage with a maximum of 100 V (70 V RMS).

5.2.2.3 Requirements

The capacitance shall be within the specified tolerance. See Table 10.

5.2.3 Tangent of loss angle ($\tan \delta$)

5.2.3.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.8, with the details in 5.2.3.2 and 5.2.3.3.

5.2.3.2 Measuring conditions for measurements at 1 kHz

Test conditions are as follows:

- Frequency: 1 kHz.
- Peak voltage: $\leq 3\%$ of the rated voltage.
- Inaccuracy: $\leq 10 \times 10^{-4}$ (absolute value).

5.2.3.3 Requirement for measurements at 1 kHz

Tan δ shall not exceed 100×10^{-4} . See Table 10.

5.2.4 Insulation resistance

5.2.4.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.5, with the details in 5.2.4.2 to 5.2.4.4.

5.2.4.2 Preconditioning

Prior to the test, capacitors shall be carefully cleaned to remove any contamination. Care shall be taken to maintain cleanliness in the test chambers and during post-test measurements.

Before measurement, the capacitor shall be fully discharged. The product of the resistance of the discharge circuit and the nominal capacitance of the capacitor under test shall be $\geq 0,01$ s or any other value prescribed in the detail specification.

5.2.4.3 Measuring conditions

The measuring voltage shall be in accordance with IEC 60384-1:2016, 4.5.2.

The measuring points shall be in accordance with IEC 60384-1:2016, Table 3.

The voltage shall be applied immediately at the correct value through the internal resistance of the voltage source. The product of the internal resistance and the nominal capacitance of the capacitor shall be smaller than 1 s or any other value prescribed in the detail specification.

5.2.4.4 Requirements

The insulation resistance shall meet the requirements in Table 3.

Table 3 – Insulation resistance

Measuring points in accordance with IEC 60384-1:2016, Table 3	Requirements		
	Minimum RC product (R = insulation resistance between the terminations C_N = nominal capacitance) s	Minimum insulation resistance between the terminations M Ω	Minimum insulation resistance between terminations and case M Ω
	$C_N > 0,33 \mu\text{F}$	$C_N \leq 0,33 \mu\text{F}$	
1a)	10 000	30 000	-
1b) and 1c)	–	–	30 000

When the test is carried out at a temperature other than 20 °C, the result shall, when necessary, be corrected to 20 °C by multiplying the result of the measurement by the appropriate correction factor. In case of doubt, measurement at 20 °C is decisive. The correction factors in Table 4 can be considered as an average for polyethylene-terephthalate film dielectric metal foil capacitors.

Table 4 – Correction factor dependent on test temperature

Temperature °C	Correction factor
15	0,79
20	1,00
25	1,26
30	1,59
35	2,00

5.2.5 Characteristics depending on temperature (if required in the detail specification)

5.2.5.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.24.1, with the details in 5.2.5.2 and 5.2.5.3.

5.2.5.2 Measurement conditions

The capacitance measurements shall be carried out at points b) (lower category temperature), d) (20 °C = comparison temperature) and f) (upper category voltage).

5.2.5.3 Requirements

The requirements in lower category temperatures and upper category temperatures are given in Table 5 and Table 6, respectively.

Table 5 – Characteristics at lower category temperature

Test temperature at point b)	Temperature characteristic of capacitance
–10 °C and –25 °C	$-5 \% \leq \frac{\Delta C}{C} \leq 0 \%$
–40 °C	$-7 \% \leq \frac{\Delta C}{C} \leq 0 \%$
–55 °C	$-10 \% \leq \frac{\Delta C}{C} \leq 0 \%$

Table 6 – Characteristics at upper category temperature

Test temperature at point f)	Temperature characteristic of capacitance
85 °C	$0 \% \leq \frac{\Delta C}{C} \leq 5 \%$
100 °C	$0 \% \leq \frac{\Delta C}{C} \leq 10 \%$
105 °C	$0 \% \leq \frac{\Delta C}{C} \leq 13 \%$
125 °C	$0 \% \leq \frac{\Delta C}{C} \leq 20 \%$

5.3 Robustness of terminations

5.3.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.13, with the details in 5.3.2 and 5.3.3.

5.3.2 Initial inspections

The capacitance shall be measured in accordance with 5.2.2.2.

The tangent of loss angle shall be measured in accordance with 5.2.3.2.

5.3.3 Final inspections and requirements

No visible damage. See Table 10.

5.4 Resistance to soldering heat

5.4.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.14, with the details 5.4.2 to 5.4.5.

5.4.2 Initial inspections

See 5.3.2.

5.4.3 Preconditioning

No pre-drying.

5.4.4 Test Conditions

- method 1 (solder bath) or 2 (soldering iron) of IEC 60384-1:2016, 4.14, unless otherwise specified in the detail specification
- duration: $5 \text{ s} \pm 0,5 \text{ s}$ or $10 \text{ s} \pm 1 \text{ s}$, unless otherwise specified in the detail specification

If method 1 is applied, immersion and withdrawal speed shall be $25 \text{ mm/s} \pm 2,5 \text{ mm/s}$.

5.4.5 Final inspections, measurements and requirements

After recovery, the capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the following requirements.

Under normal lighting and approximately $10\times$ magnification, there shall be no signs of damage such as cracks.

The capacitance and tangent of loss angle shall be measured in accordance with 5.3.2 and shall meet the requirements given in Table 10.

5.5 Solderability

5.5.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.15, with the details in 5.5.2 to 5.5.4.

5.5.2 Preconditioning

No ageing.

5.5.3 Test conditions

See IEC 60384-1:2016, 4.15.3.

The requirements for the globule test method shall be prescribed in the detail specification. When neither the solder bath nor the solder globule method is appropriate, the soldering iron test shall be carried out with soldering iron size A.

5.5.4 Final inspections and measurements

The capacitor shall be visually examined under normal lighting and approximately 10× magnification.

The areas to be soldered shall be covered with a smooth and bright solder coating with no more than a small amount of scattered imperfections such as pinholes or un-wetted or de-wetted areas. These imperfections shall not be concentrated in one area.

In the solder globule method, the detail specification shall define the flow time of the solder in seconds.

5.6 Rapid change of temperature

5.6.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.16, with the details in 5.6.2 to 5.6.4.

5.6.2 Initial inspections

Initial measurements shall be made as prescribed by 5.3.2.

5.6.3 Test conditions

Test conditions are as follows:

- capacitors shall be tested for 5 cycles;
- duration of exposure at the temperature limit shall be 30 min, unless otherwise specified in the detail specification for larger capacitors.

5.6.4 Final inspections, measurements and requirements

The capacitors shall be visually examined and there shall be no visual damage. See Table 10.

When specified in the detail specification, capacitors shall be measured after recovery; they shall meet the requirements of the detail specification

5.7 Vibration

5.7.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.17, with the details in 5.7.2 to 5.7.5.

5.7.2 Initial inspections

Not required.

5.7.3 Mounting

The mounting method to be used shall be prescribed in the detail specification.

For capacitors with axial leads and intended to be mounted by the leads only, the distance between the body and the mounting point shall be $6 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$.

5.7.4 Test conditions

The following degree of severity of test F_c applies:

- frequency range: 10 Hz to 55 Hz, 10 Hz to 500 Hz, or 10 Hz to 2000 Hz
unless otherwise specified in the detail specification;
- amplitude or acceleration: $0,75 \text{ mm}$ or 100 m/s^2 , whichever is the lower acceleration;
- total duration: 6 h (2 h in each axis direction, X , Y and Z).

5.7.5 Final inspections and requirements

The capacitors shall be visually examined and there shall be no visual damage. See Table 10.

5.8 Bump (repetitive shock)

5.8.1 General

The detail specification shall state whether the bump or the shock test applies.

See IEC 60384-1:2016, 4.18, with the details in 5.8.2 to 5.8.5.

5.8.2 Mounting

The mounting method to be used shall be prescribed in the detail specification.

For capacitors with axial leads and intended to be mounted by the leads only, the distance between the capacitor body and the mounting point shall be $6 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$.

5.8.3 Initial measurements

Not required.

5.8.4 Test conditions

The detail specification shall state which of the following preferred severities applies:

Total number of bumps: 1 000 or 4 000

Acceleration:	400 m/s^2	} or {	100 m/s^2
Pulse duration:	6 ms		

5.8.5 Final inspection, measurements and requirements

The capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements given in Table 10.

5.9 Shock

5.9.1 General

The detail specification shall state whether the bump or the shock test applies.

See IEC 60384-1:2016, 4.19, with the details in 5.9.2 to 5.9.5.

5.9.2 Mounting

The mounting method to be used shall be prescribed in the detail specification.

For capacitors with axial leads and intended to be mounted by the leads only, the distance between the capacitor body and the mounting point shall be $6 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$.

5.9.3 Initial measurements

Not required.

5.9.4 Test conditions

The detail specification shall state which of preferred severities in Table 7 applies.

Pulse shape: half-sine.

Table 7 – Acceleration and duration of the pulse

Peak acceleration m/s^2	Corresponding duration of the pulse ms
300	18
500	11
1 000	6

5.9.5 Final inspections, measurements and requirements

The capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements given in Table 10.

5.10 Climatic sequence

5.10.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.21, with the details in 5.10.2 to 5.10.9.

5.10.2 Initial measurements

Not required, see 5.4.5, 5.8.5 or 5.9.5 as applicable.

5.10.3 Dry heat

See IEC 60384-1:2016, 4.21.3.

5.10.4 Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle

See IEC 60384-1:2016, 4.21.4.

5.10.5 Cold

See IEC 60384-1:2016, 4.21.5.

5.10.6 Low air pressure (if required)

5.10.6.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.21.6, with the details in 5.10.6.2 and 5.10.6.3.

5.10.6.2 Test conditions

The test, if required in the detail specification, shall be made in following conditions:

- temperature: 15 °C to 35 °C;
- pressure: 8,5 kPa (85 mbar);
- duration: 1 h;
- applied voltage: rated voltage, during the last 5 min of the test;

The sample part of capacitors submitted to this test shall be subdivided into two or three parts as necessary and each part submitted to one of the tests laid down in Table 3 of IEC 60384-1:2016. The test voltage shall be applied to terminations, to the case, etc., as stated in 5.2.1.

5.10.6.3 Intermediate inspections, measurements and requirements

The capacitors shall be visually examined and shall meet the requirements given in Table 10.

5.10.7 Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles

5.10.7.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.21.7, with the details in 5.10.7.2.

5.10.7.2 Test conditions

Within 15 min after removal from the damp heat test, the rated voltage shall be applied for 1 min at test point a) using the test circuit conditions as given in 5.2.1.2.

5.10.8 Recovery

The recovery period shall be 1 h to 2 h, unless otherwise specified in the detail specification.

5.10.9 Final inspections, measurements and requirements

After recovery, the capacitors shall be visually inspected and measured and shall meet the requirements given in Table 10.

5.11 Damp heat, steady state

5.11.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.22, with the details in 5.11.2 to 5.11.5.

5.11.2 Initial inspections

The capacitance shall be measured in accordance with 5.2.2.2.

The tangent of loss angle shall be measured in accordance with 5.2.3.2

5.11.3 Test conditions

- Temperature: 40 °C ± 2 °C;
- Relative humidity: (93 ± 3) %;
- Applied voltage: no voltage shall be applied;
- Duration: 4, 10, 21 or 56 days.

Within 15 min after removal from the damp heat test, the voltage proof test in accordance with 5.2.1 shall be carried out, but with the rated voltage applied.

5.11.4 Recovery

The recovery period shall be 1 h to 2 h.

5.11.5 Final inspections, measurements and requirements

After recovery, the capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements given in Table 10.

5.12 Endurance

5.12.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.23, with the details in 5.12.2 to 5.12.4.

5.12.2 Initial inspections

The capacitance shall be measured in accordance with 5.2.2.2.

The tangent of loss angle shall be measured in accordance with 5.2.3.2.

5.12.3 Test conditions

The capacitors shall be tested for 1 000 h as outlined in Table 8.

Table 8 – Endurance test

Category	–/085/–	–/100/–		–/105/–		–/125/–	
Temperature	85 °C	100 °C	85 °C	105 °C	85 °C	125 °C	85 °C
Voltage (DC)	$1,5 U_R$	$1,5 U_C$	$1,5 U_R$	$1,5 U_C$	$1,5 U_R$	$1,5 U_C$	$1,5 U_R$
Sample part divided into	1 part	2 parts		2 parts		2 parts	

The test voltage shall be applied to each capacitor individually through a resistor whose value R is equal to 1 Ω per applied volt.

After the test period the capacitors shall be allowed to recover and shall then be discharged across the same resistor R .

5.12.4 Final inspections, measurements and requirements

The capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements given in Table 10.

5.13 Component solvent resistance (if applicable)

See IEC 60384-1:2016, 4.31.

5.14 Solvent resistance of the marking (if applicable)

See IEC 60384-1:2016, 4.32.

6 Marking

6.1 General

See IEC 60384-1:2016, 2.4 with the details in 6.2 to 6.5.

6.2 Information for marking

Information given in the marking is normally selected from the following list; the relative importance of each item is indicated by its position in the list:

- a) nominal capacitance (in clear or code in accordance with IEC 60062);
- b) rated voltage (DC voltage may be indicated by the symbol $\overline{\text{---}}$ (IEC 60417-5031:2002-10) or --- (if applicable);
- c) tolerance on nominal capacitance;
- d) category voltage;
- e) year and month (or year and week) of manufacture;
- f) manufacturer's name and/or trademark;
- g) climatic category;
- h) manufacturer's type designation;
- i) reference to the detail specification.

6.3 Marking on capacitors

The capacitor shall be clearly marked with a), b) and c) above and with as many as possible of the remaining items as is considered necessary. Any duplication of information in the marking on the capacitor should be avoided.

Any marking shall be legible and not easily smeared or removed by rubbing with a finger.

6.4 Marking on packaging

The packaging containing the capacitors shall be clearly marked with all the information listed in 6.2, as necessary.

6.5 Additional marking

Any additional marking shall be so applied that no confusion can arise.

7 Information to be given in the detail specification

7.1 General

Detail specifications shall be derived from the blank detail specification.

Detail specifications shall not specify requirements inferior to those of the generic, sectional or blank detail specifications. When more severe requirements are included, they shall be listed in 1.9 of the detail specification and indicated in the test schedules, for example by an asterisk.

The information given in 7.4.2 may, for convenience, be presented in tabular form.

The information in subclauses from 7.2 to 7.5 shall be given in each detail specification and the values quoted shall preferably be selected from those given in the appropriate clause of this sectional specification.

7.2 Outline drawing and dimensions

There shall be an illustration of the capacitor as an aid to easy recognition and for comparison of the capacitor with others.

Dimensions and their associated tolerances, which affect interchangeability and mounting, shall be given in the detail specification. All dimensions shall preferably be stated in millimetres. However, when the original dimensions are given in inches, the converted metric dimensions in millimetres shall be added.

Normally, the numerical values shall be given for the length of the body, the width and height of the body and the wire spacing, or for cylindrical types, the body diameter, and the length and diameter of the terminations. When necessary, for example when a number of items (capacitance values/voltage ranges) are covered by a detail specification, the dimensions and their associated tolerances shall be placed in a table below the drawing.

The numerical values of the body shall be given as follows:

- width, length and height, or for cylindrical types, diameter and length

The numerical values of the terminals shall be given as follows:

- width or diameter, length and spacing.

When the configuration is other than described above, the detail specification shall state such dimensional information as will adequately describe the capacitor. When the capacitor is not designed for use on printed boards, this shall be clearly stated in the detail specification.

7.3 Mounting

The detail specification shall specify the method of mounting to be applied for normal use and for the application of the vibration and the bump or shock tests. The design of the capacitor may be such that special mounting fixtures are required in its use. In this case, the detail specification shall describe the mounting fixtures and they shall be used in the application of the vibration and bump or shock tests.

7.4 Ratings and characteristics

7.4.1 General

The ratings and characteristics shall be in accordance with the relevant clauses of this specification, including the items as specified in 7.4.2 to 7.4.4.

7.4.2 Nominal capacitance range

See 4.2.1.

When products approved to the detail specification have different nominal capacitance ranges, the following statement should be added:

"The nominal capacitance range available in each voltage range is given in the register of approvals, available for example on the IECQ online certificate system website, www.iecq.org."

7.4.3 Particular characteristics

Additional characteristics may be listed, when they are considered necessary to specify adequately the component for design and application purposes.

7.4.4 Soldering

The detail specification shall prescribe the test methods, severities and requirements applicable for the solderability and the resistance to soldering heat test.

7.5 Marking

The detail specification shall specify the content of the marking on the capacitor and on the packaging. When there are deviations from Clause 6 of this sectional specification, these shall be stated in the detail specification.

8 Quality assessment procedures

8.1 Primary stage of manufacture

The primary stage of manufacture is the winding of the capacitor element or the equivalent operation.

8.2 Structurally similar components

Capacitors considered as being structurally similar are capacitors produced with similar processes and materials, though they may be of different case sizes, capacitance and voltage values.

8.3 Certified records of released lots

The information required in IEC 60384-1:2016, Q.1.5, shall be made available when prescribed in the detail specification and when requested by a purchaser. After the endurance test, the required parameters are capacitance change and tangent of loss angle. The insulation resistance is only required by attribute.

8.4 Qualification approval

8.4.1 General

The procedures for qualification approval testing are given in IEC 60384-1:2016, Q.2.

The schedule to be used for qualification approval testing on the basis of lot-by-lot and periodic tests is given in 8.5 of this specification. The procedure using a fixed sample size schedule is given in 8.4.2.

8.4.2 Qualification approval on the basis of the fixed sample size procedure

8.4.2.1 Sampling

The fixed sample size procedure is described in IEC 60384-1:2016, Q.2.4. The sample shall be representative of the range of capacitors for which approval is sought. This may be the whole or part of the range given in the detail specification.

The sample shall consist of four specimens having the maximum and minimum voltages, and, for these voltages, the maximum and minimum capacitances. When there are more than four rated voltages, an intermediate voltage shall also be tested. Thus for the approval of a range, testing is required of either four or six values (capacitance/voltage combinations). When the range consists of fewer than four values, the number of specimens to be tested shall be that required for four values.

Spare specimens are permitted as follows:

- One per value which may be used to replace the permitted defective in Group 0.
- One per value which may be used as replacements for specimens which are defective because of incidents not attributable to the manufacturer.

The numbers given in Group 0 assume that all groups are applicable. If this is not so, the numbers may be reduced accordingly.

When additional groups are introduced into the qualification approval test schedule, the number of specimens required for Group 0 shall be increased by the same number as that required for the additional groups.

Table 9 gives the number of samples to be tested in each group or subgroup together with the permissible number of non-conforming items for qualification approval tests.

8.4.2.2 Tests

The complete series of tests specified in Table 9 and Table 10 are required for the approval of capacitors covered by a detail specification. The tests of each group shall be carried out in the order given.

The whole sample shall be subjected to the tests of Group 0 and then divided for the other groups.

Specimens found to be non-conforming in the tests of Group 0 shall not be used for the other groups.

"One non-conforming item" is counted when a capacitor has not satisfied the whole or a part of the tests of a group.

The approval is granted when the number of non-conforming items is zero.

Tables 9 and 10 together form the fixed sample size test schedule for the qualification approval on the basis of the fixed sample size procedure.

Table 9 gives the number of the samples and permissible non-conforming items for each test and test group.

Table 10 gives a summary of the test conditions and performance requirements, and choices of the test conditions and performance requirements in the detail specification.

The test conditions and performance requirements for the qualification approval on the basis of the fixed sample size procedure should be identical to those for quality conformance inspections given in the detail specification.

**Table 9 – Fixed sample size test plan for qualification approval
assessment level EZ**

Group No.	Test	Subclause of this publication	Number of specimens <i>n</i> ^a	Permissible number of non-conforming items <i>c</i>
0	Visual examination Dimensions Capacitance Tangent of loss angle ($\tan \delta$) Voltage proof Insulation resistance Spare specimens	5.1 5.1 5.2.2 5.2.3 5.2.1 5.2.4	108 12	0
1A	Robustness of terminations Resistance to soldering heat Component solvent resistance ^b	5.3 5.4 5.13	12	0
1B	Solderability Solvent resistance of the marking Rapid change of temperature Vibration Bump or shock ^b	5.5 5.14 5.6 5.7 5.8 or 5.9	12	0
1	Climatic sequence	5.10	24	0
2	Damp heat, steady state	5.11	24	0
3	Endurance	5.12	36	0
4	Characteristics depending on temperature ^b	5.2.5	24	0
^a Capacitance/voltage combinations, see 8.4.2.				
^b If required in the detail specification.				

Table 10 – Test schedule for qualification approval (1 of 5)

Subclause number, test and inspection items ^a	D or ND ^b	Conditions of test and measurements ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 0	ND		See Table 2	
5.1.2 Visual examination		See 5.1.2		See 5.1.3 Legible marking and as specified in the detail specification
5.1.2 Dimensions (detail)				See detail specification
5.2.1 Voltage proof		See 5.2.1.3		No breakdown or flashover
5.2.2 Capacitance		See 5.2.2.2		Within specified tolerance
5.2.3 Tangent of loss angle ($\tan \delta$)		See 5.2.3.2		As in 5.2.3.3
5.2.4 Insulation resistance		See 5.2.4.3		As in 5.2.4.4
Group 1A	D		See Table 2	
5.3.2 Initial inspections				
Capacitance		See 5.2.2.2		
Tangent of loss angle ($\tan \delta$)		See 5.2.3.2		
5.3 Robustness of terminations		See IEC 60384-1:2016, 4.13		
5.3.3 Final inspections and requirements				
Visual inspection				No visible damage
5.4 Resistance to soldering heat		See IEC 60384-1:2016, 4.14 See 5.4.3 and 5.4.4 See detail specification for the method (1 or 2) and the duration of the test		
5.13 Component solvent resistance (if applicable)		See IEC 60384-1:2016, 4.31.2 Details determined in the detail specification		
5.4.5 Final inspections and measurements				
Visual examination		See 5.4.5		No visible damage
Capacitance		See 5.2.2.2		Legible marking $ \Delta C/C \leq 2\%$ of value measured in 5.3.2

Table 10 (2 of 5)

Subclause number, test and inspection items ^a	D or ND ^b	Conditions of test and measurements ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 1B	D		See Table 2	
5.5 Solderability		See 5.5.3, See detail specification for the method		
Visual examination				See 5.5.4
5.14 Solvent resistance of the marking (if applicable)		See IEC 60384-1:2016, 4.32.1		See detail specification
5.6.2 Initial inspections and measurement				
Capacitance		See 5.2.2.2		
Tangent of loss angle ($\tan \delta$)		See 5.2.3.2		
5.6 Rapid change of temperature		See 5.6.3, between T_A and T_B T_A = Lower category temperature T_B = Upper category temperature		
5.6.4 Finals inspections, measurements and requirements				
Visual inspection				No visible damage
5.7 Vibration		See 5.7.4 Frequency range, see detail specification		
5.7.4 Final inspections and measurements				
Visual examination				No visible damage
5.8 Bump (or shock, see 5.9)		See 5.8.4 See detail specification for mounting method and severities		
5.9 Shock (or bump, see 5.8)		See 5.9.4 See detail specification for mounting method and severities		
5.8.5 Final inspections or and measurements				
5.9.5				
Visual inspection				No visible damage
Capacitance				$ \Delta C/C \leq 5\%$ of value measured in 5.6.2
Tangent of loss angle ($\tan \delta$)				See detail specification

Table 10 (3 of 5)

Subclause number, test and inspection items ^a	D or ND ^b	Conditions of test and measurements ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 1	D		See Table 2	
5.10 Climatic sequence				
5.10.3 Dry heat		See 5.10.3		
5.10.4 Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle		See 5.10.4		
5.10.5 Cold		See 5.10.5		
5.10.6 Low air pressure (if required by the detail specification)		See 5.10.6.2		
5.10.6.3 Intermediate inspections and measurements				
Visual inspection				No permanent breakdown, flashover or harmful deformation of the case, or seepage of impregnant
5.10.7 Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles		See 5.10.7.2		
5.10.8 Recovery		See 5.10.8		
5.10.9 Final inspections and measurements		See 5.10.9		
Visual examination				No visible damage Legible marking
Capacitance				$ \Delta C/C \leq 5\%$ of value measured in 5.4.5, 5.8.5 or 5.9.5 as applicable
Tangent of loss angle ($\tan \delta$)				$\tan \delta \leq 0,01$ or 1,2 times values measured in 5.3.2 or 5.6.2, as applicable, whichever is the greater
Insulation resistance				$\geq 50\%$ of values in 5.2.4.4

Table 10 (4 of 5)

Subclause number, test and inspection items ^a	D or ND ^b	Conditions of test and measurements ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 2	D		See Table 2	
5.11 Damp heat, steady state		See 5.11.3 Duration, see detail specification		
5.11.2 Initial inspections and measurements		See 5.11.2		
Capacitance		See 5.2.2.2		
Tangent of loss angle ($\tan \delta$)		See 5.2.3.2		
5.11.4 Recovery		See 5.11.4		
5.11.5 Final inspections and measurements		See 5.11.5		
Visual inspection				No visible damage Legible marking
Capacitance				$ \Delta C/C \leq 5\%$ of value measured in 5.11.2
Tangent of loss angle ($\tan \delta$)				$\tan \delta \leq 0,01$ or 1,2 times values measured in 5.11.2, whichever is the greater
Insulation resistance				$\geq 50\%$ of values in 5.2.4.4
Group 3	D		See Table 2	
5.12 Endurance		See 5.12.3		
5.12.2 Initial measurements		See 5.12.2		
Capacitance		See 5.2.2.		
Tangent of loss angle ($\tan \delta$)		See 5.2.3.2		
5.12.4 Final inspections and measurements		See 5.12.4		
Visual examination				No visible damage Legible marking
Capacitance				$ \Delta C/C \leq 5\%$ of value measured in 5.12.2
Tangent of loss angle ($\tan \delta$)				$\tan \delta \leq 0,01$ or 1,2 times values measured in 5.12.2, whichever is the greater
Insulation resistance				$\geq 50\%$ of values in 5.2.4.4

Table 10 (5 of 5)

Subclause number, test and inspection items ^a	D or ND ^b	Conditions of test and measurements ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 4 5.2.5 Characteristics depending on temperature (if applicable) Capacitance	ND	See IEC 60384-1:2016, 4.24.1	See Table 2 	As in 5.2.5.2, Table 5 and Table 6
^a Subclause numbers of test and performance requirements refer to Clause 5. ^b In this table: D = destructive, ND = non-destructive.				

8.5 Quality conformance inspection

8.5.1 Formation of inspection lots

8.5.1.1 Groups A and B inspection

These tests shall be carried out on a lot-by-lot basis.

A manufacturer may aggregate the current production into inspection lots subject to the following safeguards.

- The inspection lot shall consist of structurally similar capacitors (see 8.2).
- The sample tested shall be representative of the values and dimensions contained in the inspection lot:
 - in relation to their number;
 - with a minimum of five of any one value.
- If there are fewer than five of any one value in the sample, the basis for the drawing of samples shall be agreed between the manufacturer and a certification body.

8.5.1.2 Group C inspection

These tests shall be carried out on a periodic basis.

Samples shall be representative of the current production of the specified periods and shall be divided into high, medium and low voltage ratings. In order to cover the range of approvals in any period, one case size shall be tested from each voltage group. In subsequent periods, other case sizes and/or voltage ratings in production shall be tested with the aim of covering the whole range.

8.5.2 Test schedule

The schedule for the lot-by-lot and periodic tests for quality conformance inspection is given in the blank detail specification.

8.5.3 Delayed delivery

When, in accordance with the procedures of IEC 60384-1:2016, Q.1.7, re-inspection has to be made, solderability and capacitance shall be checked as specified in the inspection of groups A and B.

8.5.4 Assessment levels

The assessment level EZ is stated in Table 11 and Table 12.

Table 11 – Lot-by-lot inspection

Inspection subgroup ^a	EZ		
	IL ^b	n^b	c^b
A0	100 % ^c		
A1	S-4	d	0
A2	S-3	d	0
B1	S-3	d	0
^a The content of the inspection subgroup is described in Clause 2 of the blank detail specification. ^b IL = inspection level n = sample size c = permissible number of non-conforming items ^c The inspection shall be performed after removal of non-conforming items by 100 % testing during the manufacturing process. The sampling level shall be established by the manufacturer, preferably in accordance with IEC 61193-2:2007, Annex A. Whether the lot was accepted or not, all samples for sampling inspection shall be inspected in order to monitor outgoing quality level by non-conforming items per million ($\times 10^{-6}$). In the event that one or more non-conforming items occur in a sample, this lot shall be rejected but all non-conforming items shall be counted for the calculation of quality level values. Outgoing quality level by non-conforming items per million ($\times 10^{-6}$) values shall be calculated by accumulating inspection data in accordance with the method given in IEC 61193-2:2007, 6.2. ^d Number to be tested: sample size shall be determined in accordance with IEC 61193-2:2007, 4.3.2.			

Table 12 – Periodic inspection

Inspection subgroup ^a	EZ		
	p^b	n^b	c^b
C1A	6	5	0
C1B	6	5	0
C1	6	10	0
C2	6	10	0
C3	6	10	0
C4	6	10	0
^a The content of the inspection subgroup is described in Clause 2 of the blank details specification. ^b p = periodicity in months n = sample size c = permissible number of non-conforming items			

Annex X (informative)

Cross-references to the previous edition of this document

The edition of this document has resulted in a new structure. The following table provides cross-references for all references to specific elements of the previous edition of this sectional specification.

Table X.1 – Cross-references

IEC 60384-11:2008 (Edition 3.0) Clause/subclause	IEC 60384-11:2019 (Edition 4.0) Clause/subclause	Notes
1	-	This is covered by Clauses 1, 2, 3, 4, 6, 7
1.1	1	The previous scope and object are merged into Clause 1
1.2		
1.3	2	-
1.4	7	-
1.4.1	7.1	-
1.4.2	7.2	-
1.4.3	7.3	-
1.4.4	7.4	-
1.4.4.1	7.4.1	-
1.4.4.2	7.4.2	-
1.4.4.3	7.4.3	-
1.4.4.4	7.4.4	-
1.4.5	7.5	-
1.5	3	-
1.5.1	3.1	-
1.5.2	3.2	-
1.5.2.1	3.2.1	-
1.5.2.2	3.2.2	-
1.6	6	-
1.6.1	6.1	-
1.6.2	6.2	-
1.6.3	6.3	-
1.6.4	6.4	-
1.6.5	6.5	-
2	4	Clause 2 is transferred to become Clause 4. Otherwise numbering kept unchanged
3	8	Clause 3 is transferred to become Clause 8. Otherwise numbering kept unchanged
4	5	Clause 4 is transferred to become Clause 5. Otherwise numbering kept unchanged
Table 1	Table 1	-
Table 2	Table 9	-
Table 3	Table 10	-
Table 4	Table 11	-

IEC 60384-11:2008 (Edition 3.0) Clause/subclause	IEC 60384-11:2019 (Edition 4.0) Clause/subclause	Notes
Table 5	Table 12	-
Table 6	Table 2	-
Table 7	Table 3	-
Table 8	Table 4	-
Table 9	Table 5	-
Table 10	Table 6	-
Table 11	Table 7	-
Table 12	Table 8	-

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-11:2019

Bibliography

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment* (available at <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-11:2019

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-11:2019

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	37
1 Domaine d'application	39
2 Références normatives	39
3 Termes et définitions	40
4 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles	40
4.1 Catégories climatiques préférentielles	40
4.2 Valeurs assignées préférentielles	40
4.2.1 Capacité nominale (C_N)	40
4.2.2 Tolérance sur la capacité nominale	40
4.2.3 Capacité nominale avec les valeurs de tolérances associées	40
4.2.4 Tension assignée (U_R)	41
4.2.5 Tension de catégorie (U_C)	41
4.2.6 Température assignée	41
5 Procédures d'essai et de mesure et exigences de performances	41
5.1 Examen visuel et contrôle des dimensions	41
5.1.1 Généralités	41
5.1.2 Méthodes d'examen	41
5.1.3 Exigences	42
5.2 Essais électriques	42
5.2.1 Tenue en tension	42
5.2.2 Capacité	42
5.2.3 Tangente de l'angle de perte ($\tan \delta$)	43
5.2.4 Résistance d'isolement	43
5.2.5 Caractéristiques dépendant de la température (si la spécification particulière l'exige)	44
5.3 Robustesse des sorties	45
5.3.1 Généralités	45
5.3.2 Contrôles initiaux	45
5.3.3 Contrôles finaux et exigences	45
5.4 Résistance à la chaleur de brasage	45
5.4.1 Généralités	45
5.4.2 Contrôles initiaux	45
5.4.3 Préconditionnement	45
5.4.4 Conditions d'essai	46
5.4.5 Exigences, mesures et contrôles finaux	46
5.5 Brasabilité	46
5.5.1 Généralités	46
5.5.2 Préconditionnement	46
5.5.3 Conditions d'essai	46
5.5.4 Mesures et contrôles finaux	46
5.6 Variations rapides de température	46
5.6.1 Généralités	46
5.6.2 Contrôles initiaux	47
5.6.3 Conditions d'essai	47
5.6.4 Exigences, mesures et contrôles finaux	47
5.7 Vibrations	47

5.7.1	Généralités	47
5.7.2	Contrôles initiaux	47
5.7.3	Montage	47
5.7.4	Conditions d'essai	47
5.7.5	Contrôles finaux et exigences	47
5.8	Secousses (chocs répétitifs)	47
5.8.1	Généralités	47
5.8.2	Montage	48
5.8.3	Mesures initiales	48
5.8.4	Conditions d'essai	48
5.8.5	Exigences, mesures et contrôle final	48
5.9	Chocs	48
5.9.1	Généralités	48
5.9.2	Montage	48
5.9.3	Mesures initiales	48
5.9.4	Conditions d'essai	48
5.9.5	Exigences, mesures et contrôles finaux	49
5.10	Séquence climatique	49
5.10.1	Généralités	49
5.10.2	Mesures initiales	49
5.10.3	Chaleur sèche	49
5.10.4	Chaleur humide, cyclique, Essai Db, premier cycle	49
5.10.5	Froid	49
5.10.6	Basse pression atmosphérique (si cela est exigé)	49
5.10.7	Chaleur humide, cyclique, essai Db, cycles restants	50
5.10.8	Rétablissement	50
5.10.9	Exigences, mesures et contrôles finaux	50
5.11	Chaleur humide, essai continu	50
5.11.1	Généralités	50
5.11.2	Contrôles initiaux	50
5.11.3	Conditions d'essai	50
5.11.4	Rétablissement	50
5.11.5	Exigences, mesures et contrôles finaux	50
5.12	Endurance	51
5.12.1	Généralités	51
5.12.2	Contrôles initiaux	51
5.12.3	Conditions d'essai	51
5.12.4	Exigences, mesures et contrôles finaux	51
5.13	Résistance au solvant des composants (le cas échéant)	51
5.14	Résistance au solvant du marquage (le cas échéant)	51
6	Marquage	51
6.1	Généralités	51
6.2	Informations relatives au marquage	51
6.3	Marquage sur les condensateurs	52
6.4	Marquage sur l'emballage	52
6.5	Marquage supplémentaire	52
7	Informations devant figurer dans la spécification particulière	52
7.1	Généralités	52
7.2	Dessin d'encombrement et dimensions	52

7.3	Montage.....	53
7.4	Valeurs assignées et caractéristiques	53
7.4.1	Généralités	53
7.4.2	Plage de capacités nominales	53
7.4.3	Caractéristiques particulières	53
7.4.4	Brasure.....	53
7.5	Marquage	54
8	Procédures d'assurance de la qualité	54
8.1	Etape initiale de fabrication.....	54
8.2	Modèles associables.....	54
8.3	Enregistrements certifiés de lots livrés	54
8.4	Homologation.....	54
8.4.1	Généralités	54
8.4.2	Homologation s'appuyant sur la procédure utilisant un nombre d'échantillons fixe	54
8.5	Contrôle de conformité de la qualité.....	61
8.5.1	Formation des lots de contrôle.....	61
8.5.2	Programme d'essais	61
8.5.3	Livraison différée	62
8.5.4	Niveaux d'assurance.....	62
Annexe X (informative) Correspondances des références par rapport à l'édition précédente du présent document.....		63
Bibliographie.....		65
Tableau 1 – Combinaisons préférentielles de séries et de tolérances de capacités		41
Tableau 2 – Tensions d'essai.....		42
Tableau 3 – Résistance d'isolement.....		44
Tableau 4 – Facteur de correction en fonction de la température d'essai		44
Tableau 5 – Caractéristiques à la température minimale de catégorie		45
Tableau 6 – Caractéristiques à la température maximale de catégorie		45
Tableau 7 – Accélération et durée de l'impulsion		49
Tableau 8 – Essai d'endurance		51
Tableau 9 – Plan d'essais avec un nombre d'échantillons fixe pour homologation niveau d'assurance EZ.....		56
Tableau 10 – Programme d'essais pour homologation (1 de 5)		57
Tableau 11 – Contrôle lot par lot.....		62
Tableau 12 – Contrôle périodique		62
Tableau X.1 – Correspondances		63

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS
DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –****Partie 11: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes
pour courant continu à diélectrique en film de polytéréphtalate
d'éthylène à armatures en feuilles métalliques**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et averti de leur existence.

La Norme internationale IEC 60384-11 a été établie par le comité d'études 40 de l'IEC: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2008 dont elle constitue une révision technique.

La présente édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) révision de toutes les parties du document en s'appuyant sur les directives ISO/IEC, Partie 2:2018, et harmonisation avec d'autres types de documents similaires;

- b) la structure du document a été organisé pour suivre une nouvelle structure de spécification intermédiaire décidée par le comité d'étude 40;
- c) révision des tableaux et de l'Article 5 pour éviter les répétitions et les contradictions.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
40/2679/FDIS	40/2689/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

La liste de toutes les parties de la série IEC 60384, publiées sous le titre général *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Le contenu du corrigendum d'avril 2020 a été pris en considération dans cet exemplaire.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-11:2019

CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 11: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes pour courant continu à diélectrique en film de polytéréphtalate d'éthylène à armatures en feuilles métalliques

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60384 est applicable aux condensateurs fixes pour courant continu, pour des tensions assignées ne dépassant pas 6 300 V, utilisant comme diélectrique un film de polytéréphtalate d'éthylène et des électrodes de feuilles métalliques minces. Pour des condensateurs de tensions assignées ne dépassant pas 1 000 V, d'autres essais et exigences peuvent être indiqués dans la spécification particulière.

Les condensateurs couverts par le présent document sont destinés à être utilisés dans des équipements électroniques.

Les condensateurs d'antiparasitage ne sont pas inclus, mais ils sont couverts par l'IEC 60384-14.

Le présent document a pour objet de prescrire les caractéristiques et les valeurs assignées préférentielles, de sélectionner, en se référant à l'IEC 60384-1:2016, les procédures d'assurance de la qualité, les essais et les méthodes de mesure appropriés et de donner les exigences de performances générales pour ce type de condensateur. Les sévérités et les exigences d'essai prescrites dans les spécifications particulières se rapportant à la présente spécification intermédiaire sont de niveaux de performances supérieurs ou égaux. Des niveaux de performance inférieurs ne sont pas autorisés.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60062, *Codes de marquage pour résistances et condensateurs*

IEC 60063, *Séries de valeurs normales pour résistances et condensateurs*

IEC 60068-1:2013, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et lignes directrices*

IEC 60384-1:2016, *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 1: Spécification générique*

IEC 61193-2:2007, *Quality assessment systems – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages* (disponible en anglais seulement)

ISO 3, *Nombres normaux – Séries de nombres normaux*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60384-1:2016, ainsi que les suivants, s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1

tension continue assignée

tension continue maximale pouvant être appliquée en permanence à un condensateur utilisé à la température assignée

4 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles

4.1 Catégories climatiques préférentielles

Les valeurs données dans les spécifications particulières doivent être choisies de préférence parmi les éléments suivants:

Les condensateurs couverts par la présente spécification intermédiaire sont classés en catégories climatiques conformément aux règles générales données dans l'Annexe A de l'IEC 60068-1:2013.

Les températures minimale et maximale de catégorie et la durée de l'essai continu de chaleur humide doivent être choisies dans la liste ci-dessous:

- température minimale de catégorie: –55 °C, –40 °C et –25 °C.
- température maximale de catégorie: +85 °C, +100 °C, +105 °C et +125 °C.
- durée de l'essai continu de chaleur humide: 4, 10, 21 et 56 jours.

Les sévérités pour les essais froids et en chaleur sèche sont les températures minimale et maximale de catégorie respectivement.

4.2 Valeurs assignées préférentielles

4.2.1 Capacité nominale (C_N)

Les valeurs préférentielles de capacité nominale sont les valeurs données dans les séries E de l'IEC 60063 qui sont présentées dans le Tableau 1, et leurs multiples décimaux ($\times 10^n$, n est un entier).

4.2.2 Tolérance sur la capacité nominale

Les tolérances préférentielles sur la capacité nominale sont $\pm 20\%$; $\pm 10\%$; $\pm 5\%$; $\pm 2\%$; $\pm 1\%$.

4.2.3 Capacité nominale avec les valeurs de tolérances associées

Des combinaisons préférentielles de séries et de tolérances de capacités sont présentées dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Combinaisons préférentielles de séries et de tolérances de capacités

Combinaisons préférentielles	
Séries	Tolérances
E 6	±20 %
E 12	±10 %
E 24	±5 %
E 48	±2 %
E 96	±1 %

4.2.4 Tension assignée (U_R)

Les valeurs préférentielles des tensions assignées issues de la série R5 de la norme ISO 3 sont:

40 V – 63 V – 100 V – 160 V – 250 V – 400 V – 630 V – 1 000 V – 1 600 V – 2 500 V.

La somme de la tension continue et de la tension alternative de crête appliquée au condensateur ne doit pas dépasser la tension assignée. La valeur de la tension alternative de crête ne doit pas dépasser les pourcentages de la tension assignée suivants aux fréquences établies et elle ne doit pas être supérieure à 280 V:

50 Hz: 20 %

100 Hz: 15 %

1 000 Hz: 3 %

10 000 Hz: 1 %

sauf indication contraire dans la spécification particulière.

4.2.5 Tension de catégorie (U_C)

La tension de la catégorie est:

U_R pour la température maximale de catégorie 85 °C;

0,8 U_R pour la température maximale de catégorie 100 °C;

0,75 U_R pour la température maximale de catégorie 105 °C; et

0,5 U_R pour la température maximale de catégorie 125 °C.

4.2.6 Température assignée

La valeur normalisée de la température assignée est 85 °C.

5 Procédures d'essai et de mesure et exigences de performances**5.1 Examen visuel et contrôle des dimensions****5.1.1 Généralités**

Voir 4.4 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails de 5.1.2 et 5.1.3.

5.1.2 Méthodes d'examen

L'appareil utilisé pour l'examen visuel doit être approprié avec un grossissement d'environ $\times 10$ et un éclairage approprié du spécimen en essai et le niveau de qualité exigé.

Il convient que l'opérateur dispose d'installations pour l'éclairage incident ou transmis ainsi que d'appareils de mesure appropriés.

Les condensateurs doivent être soumis à un examen pour vérifier que les matériaux, la conception, la construction et les dimensions physiques sont appropriés.

5.1.3 Exigences

Voir Tableau 10.

La qualité d'exécution doit être conforme aux exigences applicables données dans la spécification particulière.

5.2 Essais électriques

5.2.1 Tenue en tension

5.2.1.1 Généralités

Voir 4.6 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails de 5.2.1.2 à 5.2.1.4.

5.2.1.2 Circuit d'essai

Le produit de R_1 par C_x , la capacité nominale du condensateur en essai, doit être inférieur ou égal à 1 s et supérieur à 0,01 s.

R_1 inclut la résistance interne de l'alimentation.

R_2 doit limiter le courant de décharge à une valeur inférieure ou égale à 1 A.

5.2.1.3 Conditions d'essai

Les tensions données dans le Tableau 2 doivent être appliquées entre les points de mesure (du Tableau 3 de l'IEC 60384-1:2016) pendant une durée d'1 min pour les essais d'homologation et entre les points de mesure de 1a) pendant une durée d'1 s pour les essais de conformité de la qualité lot par lot.

Tableau 2 – Tensions d'essai

Point d'essai	Tension d'essai
1a)	$2U_R$
1b) et 1c)	$2U_R$ avec un minimum de 200 V

5.2.1.4 Exigences

Aucun claquage ni contournement électrique ne doit être constaté pendant l'essai.

5.2.2 Capacité

5.2.2.1 Généralités

Voir 4.7 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails de 5.2.2.2 et 5.2.2.3.

5.2.2.2 Conditions de mesure

La capacité doit être mesurée ou corrigée à une fréquence de 1 kHz. Pour des valeurs de capacité nominale supérieures à 10 μF , des fréquences allant de 50 Hz à 120 Hz peuvent être utilisées, mais la fréquence de référence doit être 1 kHz.

La tension de crête appliquée à 1 kHz ne doit pas dépasser 3 % de la tension assignée, et la tension de crête appliquée à des fréquences allant de 50 Hz à 120 Hz ne doit pas dépasser 20 % de la tension assignée avec un maximum de 100 V (70 V en valeur efficace).

5.2.2.3 Exigences

La capacité doit se situer dans la tolérance spécifiée. Voir Tableau 10.

5.2.3 Tangente de l'angle de perte ($\tan \delta$)

5.2.3.1 Généralités

Voir 4.8 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails de 5.2.3.2 et 5.2.3.3.

5.2.3.2 Conditions pour les mesures à 1 kHz

Les conditions d'essai sont les suivantes:

- Fréquence: 1 kHz.
- Tension de crête: ≤ 3 % de la tension assignée
- Imprécision: $\leq 10 \times 10^{-4}$ (valeur absolue).

5.2.3.3 Exigences pour les mesures à 1 kHz

$\tan \delta$ ne doit pas dépasser 100×10^{-4} . Voir Tableau 10.

5.2.4 Résistance d'isolement

5.2.4.1 Généralités

Voir 4.5 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails de 5.2.4.2 à 5.2.4.4.

5.2.4.2 Préconditionnement

Avant l'essai, les condensateurs doivent être nettoyés avec soin pour éliminer toute contamination. Des précautions doivent être prises pour maintenir la propreté dans les enceintes d'essai et pendant les mesures après essai.

Avant la mesure, le condensateur doit être complètement déchargé. Le produit de la résistance du circuit de décharge par la capacité nominale du condensateur en essai doit être supérieur ou égal à 0,01 s ou à toute autre valeur prescrite dans la spécification particulière.

5.2.4.3 Conditions de mesure

La tension de mesure doit être conforme à 4.5.2 de l'IEC 60384-1:2016.

Les points de mesure doivent être conformes au Tableau 3 de l'IEC 60384-1:2016.

La tension doit être immédiatement appliquée avec une valeur correcte à travers la résistance interne de la source de tension. Le produit de la résistance interne par la capacité nominale du condensateur doit être inférieur à 1 s ou à toute autre valeur prescrite dans la spécification particulière.

5.2.4.4 Exigences

La résistance d'isolement doit satisfaire aux exigences du Tableau 3.

Tableau 3 – Résistance d'isolement

Points de mesure conformes au Tableau 3 de l'IEC 60384-1:2016	Exigences		
	Produit RC minimal (R = résistance d'isolement entre les sorties) (C_N = capacité nominale) s	Résistance d'isolement minimale entre les sorties MΩ	Résistance d'isolement minimale entre les sorties et le boîtier MΩ
	$C_N > 0,33 \mu\text{F}$	$C_N \leq 0,33 \mu\text{F}$	
1a)	10 000	30 000	-
1b) et 1c)	–	–	30 000

Lorsque l'essai est réalisé à une température différente de 20 °C, le résultat doit, si nécessaire, être corrigé à 20 °C en multipliant le résultat de la mesure par le facteur de correction approprié. En cas de doute, la mesure à 20 °C est déterminante. Les facteurs de correction du Tableau 4 peuvent être considérés comme une moyenne pour les condensateurs à diélectrique en film de polytéréphtalate d'éthylène à armatures en feuilles métalliques.

Tableau 4 – Facteur de correction en fonction de la température d'essai

Température °C	Facteur de correction
15	0,79
20	1,00
25	1,26
30	1,59
35	2,00

5.2.5 Caractéristiques dépendant de la température (si la spécification particulière l'exige)

5.2.5.1 Généralités

Voir 4.24.1 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails de 5.2.5.2 et 5.2.5.3.

5.2.5.2 Conditions de mesure

Les mesures de capacité doivent être effectuées aux points b) (température minimale de catégorie), d) (20 °C = température de comparaison) et f) (température maximale de catégorie).

5.2.5.3 Exigences

Les exigences à la température minimale de catégorie et à la température maximale de catégorie sont présentées au Tableau 5 et au Tableau 6 respectivement.

Tableau 5 – Caractéristiques à la température minimale de catégorie

Température d'essai au point b)	Caractéristique de température de la capacité
-10 °C et -25 °C	$-5 \% \leq \frac{\Delta C}{C} \leq 0 \%$
-40 °C	$-7 \% \leq \frac{\Delta C}{C} \leq 0 \%$
-55 °C	$-10 \% \leq \frac{\Delta C}{C} \leq 0 \%$

Tableau 6 – Caractéristiques à la température maximale de catégorie

Température d'essai au point f)	Caractéristique de température de la capacité
85 °C	$0 \% \leq \frac{\Delta C}{C} \leq 5 \%$
100 °C	$0 \% \leq \frac{\Delta C}{C} \leq 10 \%$
105 °C	$0 \% \leq \frac{\Delta C}{C} \leq 13 \%$
125 °C	$0 \% \leq \frac{\Delta C}{C} \leq 20 \%$

5.3 Robustesse des sorties

5.3.1 Généralités

Voir 4.13 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails de 5.3.2 et 5.3.3.

5.3.2 Contrôles initiaux

La capacité doit être mesurée conformément à 5.2.2.2.

La tangente de l'angle de perte doit être mesurée conformément à 5.2.3.2.

5.3.3 Contrôles finaux et exigences

Aucune détérioration visible. Voir Tableau 10.

5.4 Résistance à la chaleur de brasage

5.4.1 Généralités

Voir 4.14 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails de 5.4.2 à 5.4.5.

5.4.2 Contrôles initiaux

Voir 5.3.2.

5.4.3 Préconditionnement

Pas de préséchage.

5.4.4 Conditions d'essai

- méthode 1 (bain de brasure) ou méthode 2 (fer à braser) de l'IEC 60384-1:2016, 4.14, sauf indication contraire dans la spécification particulière
- durée: $5 \text{ s} \pm 0,5 \text{ s}$ ou $10 \text{ s} \pm 1 \text{ s}$, sauf indication contraire dans la spécification particulière

Si la méthode 1 est appliquée, la vitesse d'immersion et d'extraction doit être de $25 \text{ mm/s} \pm 2,5 \text{ mm/s}$.

5.4.5 Exigences, mesures et contrôles finaux

Après un rétablissement, les condensateurs doivent être mesurés et soumis à un examen visuel et doivent satisfaire aux exigences suivantes.

Sous un éclairage normal et un grossissement d'environ $10\times$, aucun signe de dommage, tel que des fissures, ne doit apparaître.

La capacité et la tangente de l'angle de perte doivent être mesurées conformément à 5.3.2 et doivent satisfaire aux exigences du Tableau 10.

5.5 Brasabilité

5.5.1 Généralités

Voir 4.15 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails de 5.5.2 à 5.5.4.

5.5.2 Préconditionnement

Pas de vieillissement.

5.5.3 Conditions d'essai

Voir 4.15.3 de l'IEC 60384-1:2016.

Les exigences relatives à la méthode d'essai des gouttelettes doivent être prescrites dans la spécification particulière. Lorsque, ni la méthode du bain d'alliage ni celle de la goutte d'alliage n'est appropriée, l'essai du fer à braser doit être réalisé avec une taille A de fer à braser.

5.5.4 Mesures et contrôles finaux

Le condensateur doit être soumis à un examen visuel sous un éclairage normal et avec un grossissement d'environ $10\times$.

Les zones à braser doivent être recouvertes d'une couche de brasure lisse et brillante ne comportant que très peu d'imperfections isolées telles que des perforations ou des zones non mouillées ou démouillées. Ces imperfections ne doivent pas être concentrées sur une seule zone.

Dans la méthode de la goutte de brasure, la spécification particulière doit définir la durée du flux de brasure en secondes.

5.6 Variations rapides de température

5.6.1 Généralités

Voir 4.16 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails de 5.6.2 à 5.6.4.

5.6.2 Contrôles initiaux

Les mesures initiales doivent être celles prescrites en 5.3.2.

5.6.3 Conditions d'essai

Les conditions d'essai sont les suivantes:

- les condensateurs doivent être soumis à 5 cycles d'essais;
- la durée d'exposition à la limite de température doit être de 30 min, sauf indication contraire dans la spécification particulière pour de plus grands condensateurs.

5.6.4 Exigences, mesures et contrôles finaux

Les condensateurs doivent être soumis à un examen visuel et il ne doit pas y avoir de dommage visible. Voir Tableau 10.

Lorsque la spécification particulière l'indique, les condensateurs doivent être mesurés après rétablissement. Ils doivent satisfaire aux exigences de la spécification particulière.

5.7 Vibrations

5.7.1 Généralités

Voir 4.17 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails de 5.7.2 à 5.7.5.

5.7.2 Contrôles initiaux

Non exigés.

5.7.3 Montage

La méthode de montage à utiliser doit être prescrite dans la spécification particulière.

Pour les condensateurs à sorties axiales et destinés à être montés par leurs seuls connecteurs de sortie, la distance entre le corps et le point de montage doit être de $6 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$.

5.7.4 Conditions d'essai

Le degré de sévérité suivant de l'essai Fc s'applique:

- plage de fréquences: 10 Hz à 55 Hz, 10 Hz à 500 Hz ou 10 Hz à 2000 Hz
sauf indication contraire dans la spécification particulière;
- amplitude ou accélération: 0,75 mm ou 100 m/s² (celui qui donne l'accélération la plus faible);
- durée totale: 6 h (2 h pour chacun des trois axes X, Y et Z).

5.7.5 Contrôles finaux et exigences

Les condensateurs doivent être soumis à un examen visuel et il ne doit pas y avoir de dommage visible. Voir Tableau 10.

5.8 Secousses (chocs répétitifs)

5.8.1 Généralités

La spécification particulière doit indiquer si l'essai de chocs et de secousses s'applique.

Voir 4.18 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails de 5.8.2 à 5.8.5.

5.8.2 Montage

La méthode de montage à utiliser doit être prescrite dans la spécification particulière.

Pour les condensateurs à sorties axiales et destinés à être montés par leurs seuls connecteurs de sortie, la distance entre le corps du condensateur et le point de montage doit être de $6 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$.

5.8.3 Mesures initiales

Non exigées.

5.8.4 Conditions d'essai

La spécification particulière doit indiquer laquelle des sévérités préférentielles suivantes s'applique:

Nombre total de secousses: 1 000 ou 4 000

Accélération:	400 m/s ²	} ou {	100 m/s ²
Durée des impulsions:	6 ms		

5.8.5 Exigences, mesures et contrôle final

Les condensateurs doivent être mesurés et soumis à un examen visuel, et satisfaire aux exigences du Tableau 10.

5.9 Chocs

5.9.1 Généralités

La spécification particulière doit indiquer si l'essai de chocs et de secousses s'applique.

Voir 4.19 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails de 5.9.2 à 5.9.5.

5.9.2 Montage

La méthode de montage à utiliser doit être prescrite dans la spécification particulière.

Pour les condensateurs à sorties axiales et destinés à être montés par leurs seuls connecteurs de sortie, la distance entre le corps du condensateur et le point de montage doit être de $6 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$.

5.9.3 Mesures initiales

Non exigées.

5.9.4 Conditions d'essai

La spécification particulière doit indiquer laquelle des sévérités préférentielles du Tableau 7 s'applique.

Forme des impulsions: semi-sinusoïdale.

Tableau 7 – Accélération et durée de l'impulsion

Accélération de crête m/s ²	Durée correspondante de l'impulsion ms
300	18
500	11
1 000	6

5.9.5 Exigences, mesures et contrôles finaux

Les condensateurs doivent être mesurés et soumis à un examen visuel, et satisfaire aux exigences du Tableau 10.

5.10 Séquence climatique**5.10.1 Généralités**

Voir 4.21 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails de 5.10.2 à 5.10.9.

5.10.2 Mesures initiales

Non exigées, voir 5.4.5, 5.8.5 ou 5.9.5 selon le cas.

5.10.3 Chaleur sèche

Voir 4.21.3 de l'IEC 60384-1:2016.

5.10.4 Chaleur humide, cyclique, Essai Db, premier cycle

Voir 4.21.4 de l'IEC 60384-1:2016.

5.10.5 Froid

Voir 4.21.5 de l'IEC 60384-1:2016.

5.10.6 Basse pression atmosphérique (si cela est exigé)**5.10.6.1 Généralités**

Voir 4.21.6 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails de 5.10.6.2 et 5.10.6.3.

5.10.6.2 Conditions d'essai

L'essai, s'il est exigé par la spécification particulière, doit être réalisé dans les conditions suivantes:

- température: 15 °C à 35 °C;
- pression: 8,5 kPa (85 mbar);
- durée: 1 h;
- tension appliquée: tension assignée, pendant les 5 dernières minutes de l'essai;

La partie échantillon de condensateurs soumise à cet essai doit être subdivisée en deux ou trois parties selon ce qui est nécessaire et chaque partie soumise à un des essais stipulés dans le Tableau 3 de l'IEC 60384-1:2016. La tension d'essai doit être appliquée aux bornes, au boîtier, etc., comme indiqué en 5.2.1.

5.10.6.3 Exigences, mesures et contrôles intermédiaires

Les condensateurs doivent être soumis à un examen visuel et doivent satisfaire aux exigences données dans le Tableau 10.

5.10.7 Chaleur humide, cyclique, essai Db, cycles restants

5.10.7.1 Généralités

Voir 4.21.7 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails de 5.10.7.2.

5.10.7.2 Conditions d'essai

Dans les 15 min qui suivent le retrait de l'essai de chaleur humide, la tension assignée doit être appliquée au point d'essai a) pendant 1 min, en utilisant les conditions du circuit d'essais comme indiqué en 5.2.1.2.

5.10.8 Rétablissement

La durée de rétablissement doit être comprise entre 1 h et 2 h, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

5.10.9 Exigences, mesures et contrôles finaux

Après rétablissement, les condensateurs doivent être mesurés et soumis à un examen visuel et doivent satisfaire aux exigences du Tableau 10.

5.11 Chaleur humide, essai continu

5.11.1 Généralités

Voir 4.22 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails de 5.11.2 à 5.11.5.

5.11.2 Contrôles initiaux

La capacité doit être mesurée conformément à 5.2.2.2.

La tangente de l'angle de perte doit être mesurée conformément à 5.2.3.2.

5.11.3 Conditions d'essai

- Température: $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- Humidité relative: $(93 \pm 3)\%$;
- Tension appliquée: aucune tension ne doit être appliquée;
- Durée: 4, 10, 21 ou 56 jours.

Dans les 15 min qui suivent le retrait de l'essai de chaleur humide, l'essai de tenue en tension doit être effectué conformément à 5.2.1, mais en appliquant la tension assignée.

5.11.4 Rétablissement

La durée de rétablissement doit être comprise entre 1 h et 2 h.

5.11.5 Exigences, mesures et contrôles finaux

Après rétablissement, les condensateurs doivent être mesurés et soumis à un examen visuel, et satisfaire aux exigences du Tableau 10.

5.12 Endurance

5.12.1 Généralités

Voir 4.23 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails de 5.12.2 à 5.12.4.

5.12.2 Contrôles initiaux

La capacité doit être mesurée conformément à 5.2.2.2.

La tangente de l'angle de perte doit être mesurée conformément au paragraphe 5.2.3.2.

5.12.3 Conditions d'essai

Les condensateurs doivent être soumis à l'essai pendant 1 000 h comme indiqué au Tableau 8.

Tableau 8 – Essai d'endurance

Catégorie	–/085/–	–/100/–		–/105/–		–/125/–	
Température	85 °C	100 °C	85 °C	105 °C	85 °C	125 °C	85 °C
Tension (continue)	1,5 U_R	1,5 U_C	1,5 U_R	1,5 U_C	1,5 U_R	1,5 U_C	1,5 U_R
Partie d'échantillon divisée en	1 partie	2 parties		2 parties		2 parties	

La tension d'essai doit être appliquée à chaque condensateur individuellement à travers une résistance dont la valeur R est égale à 1 Ω par volt appliqué.

Après la durée de l'essai, les condensateurs doivent pouvoir se rétablir, et doivent ensuite se décharger à travers la même résistance R .

5.12.4 Exigences, mesures et contrôles finaux

Les condensateurs doivent être mesurés et soumis à un examen visuel, et satisfaire aux exigences du Tableau 10.

5.13 Résistance au solvant des composants (le cas échéant)

Voir 4.31 de l'IEC 60384-1:2016.

5.14 Résistance au solvant du marquage (le cas échéant)

Voir 4.32 de l'IEC 60384-1:2016.

6 Marquage

6.1 Généralités

Voir 2.4 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails de 6.2 à 6.5.

6.2 Informations relatives au marquage

Les informations fournies par le marquage sont normalement choisies dans la liste suivante; l'importance relative de chaque élément est indiquée par sa position dans la liste:

a) capacité nominale (en claire ou codée conformément à l'IEC 60062);

- b) tension assignée (la tension continue peut être représentée par le symbole --- (IEC 60417-5031:2002-10) ou --- (le cas échéant));
- c) tolérance sur la capacité nominale;
- d) tension de catégorie;
- e) année et mois (ou année et semaine) de fabrication;
- f) nom du fabricant et/ou marque de fabrique;
- g) catégorie climatique;
- h) désignation du modèle par le fabricant;
- i) référence à la spécification particulière.

6.3 Marquage sur les condensateurs

Le condensateur doit comporter lisiblement les informations figurant aux points a), b) et c) ci-dessus et autant des autres informations que possible si elles sont considérées nécessaires. Il convient d'éviter les redondances sur le marquage du condensateur.

Tout marquage doit être lisible et difficilement effaçable par frottement des doigts.

6.4 Marquage sur l'emballage

L'emballage contenant les condensateurs doit comporter un marquage clair indiquant toutes les informations présentées en 6.2, selon les besoins.

6.5 Marquage supplémentaire

Tout autre marquage doit être appliqué de telle sorte que cela n'entraîne pas de confusion.

7 Informations devant figurer dans la spécification particulière

7.1 Généralités

Les spécifications particulières doivent provenir de la spécification particulière-cadre.

Les spécifications particulières ne doivent pas indiquer d'exigences inférieures à celles de la spécification générique, intermédiaire ou particulière-cadre. Si des exigences plus strictes sont incluses, elles doivent être indiquées en 1.9 de la spécification particulière et indiquées dans les programmes d'essai, par exemple, par un astérisque.

Par commodité, les informations de 7.4.2 peuvent être présentées sous forme de tableau.

Les informations des paragraphes 7.2 à 7.5 doivent être données dans chaque spécification particulière et les valeurs citées doivent être choisies de préférence parmi celles données à l'article approprié de la présente spécification intermédiaire.

7.2 Dessin d'encombrement et dimensions

Une illustration du condensateur doit être incluse pour identifier facilement le condensateur et le comparer à d'autres.

Les dimensions et les tolérances associées, qui affectent l'interchangeabilité et le montage, doivent être données dans la spécification particulière. Toutes les dimensions doivent de préférence être indiquées en millimètres. Toutefois, lorsque les dimensions originales sont indiquées en pouces, les dimensions converties en millimètres doivent être ajoutées.

Normalement, les valeurs numériques doivent être indiquées pour la longueur, la largeur et la taille du corps et l'espacement des conducteurs, ou, pour les types cylindriques, le diamètre du corps, et la longueur et le diamètre des sorties. Si nécessaire, lorsqu'un certain nombre d'éléments (valeurs de capacité/plage de tensions) est couvert par une spécification particulière, les dimensions et les tolérances associées doivent être placées dans un tableau sous le dessin.

Les valeurs numériques du corps doivent être les suivantes:

- largeur, longueur et hauteur, ou, pour les types cylindriques, diamètre et longueur.

Les valeurs numériques des bornes doivent être les suivantes:

- largeur ou diamètre, longueur et espacement.

Lorsque la configuration est différente de celle décrite ci-dessus, la spécification particulière doit indiquer de telles informations sur les dimensions et décrire le condensateur. Lorsque le condensateur n'est pas destiné à être utilisé sur des cartes imprimées, cette information doit être clairement indiquée dans la spécification particulière.

7.3 Montage

La spécification particulière doit indiquer la méthode de montage à utiliser pour une utilisation normale et lors des essais de vibrations et de secousses ou de chocs. La conception du condensateur peut être telle que des supports de montage spéciaux soient exigés pour son utilisation. Dans ce cas, la spécification particulière doit décrire les supports de montage. Ces supports de montage doivent être utilisés lors des essais de vibrations et de secousses ou de chocs.

7.4 Valeurs assignées et caractéristiques

7.4.1 Généralités

Les valeurs assignées et caractéristiques doivent être conformes aux articles correspondants de la présente spécification, y compris les points indiqués en 7.4.2 à 7.4.4.

7.4.2 Plage de capacités nominales

Voir 4.2.1.

Lorsque des produits approuvés conformément à la spécification particulière ont des plages de capacités nominales différentes, il convient d'ajouter la déclaration suivante:

"La plage de capacités nominales disponible dans chaque plage de tensions est indiquée dans le registre des agréments, disponible par exemple sur le site internet du système de certificats en ligne de l'IECQ, www.iecq.org."

7.4.3 Caractéristiques particulières

Des caractéristiques supplémentaires peuvent être indiquées, si elles sont considérées comme nécessaires pour spécifier de façon appropriée le composant pour les besoins de la conception et de l'application.

7.4.4 Brasure

La spécification particulière doit prescrire les méthodes d'essai, les sévérités et les exigences applicables aux essais de brasabilité et de résistance à la chaleur de brasage.

7.5 Marquage

La spécification particulière doit indiquer le contenu du marquage sur le condensateur et sur l'emballage. Les écarts par rapport à l'Article 6 de la présente spécification intermédiaire, le cas échéant, doivent être indiqués dans la spécification particulière.

8 Procédures d'assurance de la qualité

8.1 Etape initiale de fabrication

L'étape initiale de fabrication est l'enroulement de l'élément capacitif ou l'opération équivalente.

8.2 Modèles associables

Les condensateurs considérés comme étant associables sont des condensateurs produits à partir de matériaux et processus similaires, bien que leurs valeurs de capacité et de tension et les tailles des boîtiers puissent être différentes.

8.3 Enregistrements certifiés de lots livrés

Les informations exigées en Q.1.5 de l'IEC 60384-1:2016 doivent être mises à disposition, lorsqu'elles sont prescrites dans la spécification particulière et lorsqu'elles sont demandées par un acheteur. Après l'essai d'endurance, les paramètres exigés sont la variation de capacité et la tangente de l'angle de perte. La résistance d'isolement est exigée uniquement par attribut.

8.4 Homologation

8.4.1 Généralités

Les procédures d'essais d'homologation sont présentées en Q.2 de l'IEC 60384-1:2016.

Le programme à utiliser pour les essais d'homologation s'appuyant sur les essais lot par lot et des essais périodiques est présenté en 8.5 de la présente spécification. La procédure utilisant un programme avec un nombre d'échantillons fixe est présentée en 8.4.2.

8.4.2 Homologation s'appuyant sur la procédure utilisant un nombre d'échantillons fixe

8.4.2.1 Échantillonnage

La procédure avec un nombre d'échantillons fixe est décrite en Q.2.4 de l'IEC 60384-1:2016. L'échantillon doit être représentatif de la gamme de condensateurs pour lesquels une homologation est demandée. Il peut s'agir de la totalité ou d'une partie de la gamme donnée dans la spécification particulière.

L'échantillon doit être constitué de quatre spécimens possédant les tensions maximales et minimales, et, pour ces tensions, les capacités maximales et minimales. En présence de plus de quatre tensions assignées, une tension intermédiaire doit également faire l'objet d'essais. De ce fait, pour l'homologation d'une gamme, il est exigé de soumettre aux essais soit quatre soit six valeurs (combinaisons capacité/tension). Lorsque la gamme est composée de moins de quatre valeurs, le nombre de spécimens soumis à essai doit être celui exigé pour quatre valeurs.

Des spécimens de rechange sont permis selon les modalités suivantes:

- Un par valeur qui peut être utilisé pour remplacer un élément défectueux autorisé dans le Groupe 0.